MicroLEIS.com

Explorando los límites agro-ecológicos de sostenibilidad

Módulo Eng&Tec

Predicción Tecnológica y de Ingeniería

Modelo Alcor

Riesgo de compactación del suelo agrícola

R. Horn [a], H. Fleige [a], F. Mayol [b], E. Díaz-Pereira [b], D. de la Rosa [b]

[a] Instituto de Nutrición Vegetal y Ciencia del Suelo, CAU Kiel, Olshausenstr 40, 24118 Kiel, Alemania

[b] Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC, Av. Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla, España

Este informe constituye la documentación científica y técnica del modelo ***Alcor*** *del Sistema* ***MicroLEIS*** *(www.microleis.com/software). Este software es complementario al desarrollado dentro del Proyecto Europeo SIDASS (1999-2001), con el fin de conseguir una mayor aplicabilidad del modelo* ***SIDASS*** *y un nuevo desarrollo del Sistema* ***MicroLEIS***.

Contenido

1. Introducción

2. Descripción científica

2.1. Escenario de desarrollo
2.2. Calibración del modelo
2.3. Funciones de transferencia edafológica
2.4. Clases de vulnerabilidad
2.5. Impacto de manejo agrícola
2.6. Test de validación

3. **Aplicación del modelo: Manual de usuario**

3.1. Versión PC y SDBm
3.1.1. Instalación
3.1.2. Modo individual
3.1.3. Conexión a SDBmPlus
3.1.4. Cambio de idioma
3.1.5. Ayuda
3.2. Aplicación basada en la Web
3.3. Espacialización basada en SIG

Bibliografía

1. Introducción

Dentro del contexto global de **MicroLEIS** (De la Rosa, 2002), las evaluaciones tecnológicas o de ingeniería hacen referencia a la predicción de las propiedades mecánicas o geotécnicas de los suelos. Estos tipos de evaluaciones de suelos se vienen incrementando últimamente, a partir de los datos de reconocimiento sistemático de los recursos edáficos, muy especialmente en la predicción de la compactación, plasticidad y expansión-retracción del suelo.

Desde un punto de vista agrícola, el incremento de los pesos en la maquinaria agrícola causa una transmisión del estrés en profundidad, incluso con las mismas presiones o debido a un contacto menor. Así, los estrés mayores no sólo inducen a una compactación intensa del suelo en la capa superficial del mismo, sino también en el subsuelo. Estos problemas son especialmente severos en los suelos de textura pesada y drenados pobremente. La respuesta de las cosechas a la compactación del suelo es bien conocida, y como consecuencia de esta deformación del suelo la productividad desciende mientras que la erodibilidad se incrementa notablemente. Por ejemplo, experimentos de campo mostraron que la producción de maíz se redujo por encima de 1.11 Mg/ha cuando la densidad aparente se incrementó de 1.53 a 1.62 g/cm^3 en suelos con alto contenido en arcilla (Canillas and Salokhe, 2002).

Predecir la fuerza mecánica del suelo o la vulnerabilidad de los mismos es interesante para prevenir el daño en las propiedades físicas del suelo debidas a la labranza y al tráfico de maquinaria. El riesgo de compactación o vulnerabilidad de los suelos agrícolas, medido como la resistencia a la compresión, se puede usar para recomendar las técnicas agrícolas adecuadas en cada lugar. El subsolado, el arado en profundidad, la criba descompactadora y otros dispositivos se han desarrollado para paliar los problemas causados por la compactación del suelo. En este sentido, se podría aconsejar que la industria de maquinaria agrícola desarrollara máquinas adecuadas a las características geotécnicas de las zonas, y concebidas con la idea de conseguir buenas prácticas agrícolas (Horn et al., 2002).

A través del Módulo ***Eng&Tec*** de **MicroLEIS**, se trata de predecir ciertas propiedades tecnológicas y de ingeniería del suelo mediante el estudio de la relación entre estas propiedades y otras más fácilmente disponibles que suministran los reconocimientos estándar del suelo. Se formularon y calibraron modelos de regresión

estadística para cuantificar estas relaciones. También, se desarrollaron programas de ordenador para automatizar la aplicación de estos modelos y para su integración con bases de datos de atributos geo-referenciados. Los avances en las tecnologías de la información permiten la implementación de sistemas de apoyo a la decisión ambiental haciendo uso de estos modelos y ampliando enormemente las posibilidades de extrapolación de los resultados científicos.

El comportamiento de los suelos a la compresión es una función de factores externos e internos del suelo. Así, mientras que los factores externos del suelo se caracterizan por el tipo de la carga, tal y como el peso de la maquinaria, la velocidad del desplazamiento, el número de pases, el tamaño del neumático y la presión de inflado, etc.; las fuerzas internas del suelo vienen determinadas por la textura, la estructura, el contenido hídrico y las diferentes clases de enlaces entre las partículas del suelo. Siempre que las fuerzas externas excedan la fuerza interna o mecánica del suelo, que se determina como el valor de **resistencia a la compresión**, la estructura del suelo se deforma irreversiblemente hasta conseguir un nuevo equilibrio. De esta forma, la predicción de la compactación del suelo puede proporcionar recomendaciones útiles en el manejo agrícola de los suelos específicos a cada lugar.

El modelo ***Alcor*** corresponde a un sistema cuantitativo de evaluación del riesgo de compactación del suelo, haciendo uso de técnicas de regresión múltiple computerizada (Lebert and Horn, 1991; Horn et al., 2001). Estas ecuaciones de regresión se formularon y calibraron usando información básica de los suelos del Norte de Europa, y su validación se llevó a cabo en condiciones Mediterráneas con buenos resultados (De la Rosa et al., 2002a). De acuerdo con las condiciones Mediterráneas del Sistema **MicroLEIS,** sólo se han considerado las ecuaciones de regresión para unas condiciones de humedad de pF 2.5.

2. Descripción científica

2.1. Escenario de desarrollo

La información básica para la predicción de la estabilidad mecánica corresponde a 160 perfiles de suelos agrícolas representativos de Alemania, con diferentes texturas y estructuras, de unos 5 horizontes por perfil, y elaborada durante los últimos 20 años (Horn et al., 2001). Estos datos básicos se usaron para desarrollar las ecuaciones de regresión múltiple que constituyen el modelo ***Alcor*** dentro del esquema de **MicroLEIS**. En la **Tabla 2.1** se muestran las variables independientes y dependiente del suelo que se han usado en este análisis, y que seguidamente se describen.

Densidad aparente es la masa de suelo seco por unidad de volumen aparente. El volumen aparente se determina después de secado el suelo hasta un peso constante con temperatura de 105° C.

Capacidad de aire es la fracción de volumen aparente del suelo ocupada por aire a un tiempo y condiciones dadas. Esta fracción se suele corresponder con los poros mayores del suelo que drenan con una tensión menor que la capacidad de campo (pF < 2.5), y se puede determinar por diferencia entre porosidad total y capacidad de campo.

Capacidad de agua es el porcentaje de agua que puede almacenar un suelo en forma disponible para las plantas. Es igual al contenido de humedad resultante de la diferencia entre agua a capacidad de campo (pF 2.5) y agua en el punto de marchitez (pF 4.2).

Capacidad de agua no disponible es el agua no disponible para las plantas. Corresponde al contenido de humedad para el punto de marchitez (pF > 4.2).

Conductividad hidráulica saturada es el flujo vertical de agua en suelo saturado, y resulta una medida de la facilidad de movimiento de agua en el suelo.

Contenido de materia orgánica es el residuo parcialmente descompuesto de las plantas y animales que viven en el suelo. Se conoce también como humus.

Cohesión del suelo y ángulo de fricción interna definen la línea de corte en el modelo de distribución de Mohr Coulomb. Esta curva describe la relación entre el estrés normal y el estrés de corte, y según la cual el estrés de corte representa la resistencia del suelo a la compresión o deformación.

Tabla 2.1. Lista de variables independientes y dependiente del suelo consideradas en las ecuaciones del modelo ***Alcor***, junto con los rangos de los conjuntos de datos usados.

Variable de suelo	Rango
Variables independientes	
X_1 – Densidad aparente, g cm^{-3}	1.3 - 2.1
X_2 – Capacidad de aire, Vol-%	<2 - >20
X_3 – Capacidad de agua disponible, Vol-%	<6 - >30
X_4 – Capacidad de agua no disponible, Vol-%	<4 - >24
X_5 – Conductividad hidráulica saturada, (cm s^{-1})10^3	0.005 - 5.5
X_6 – Contenido de materia orgánica, Wt-%	<2 - 15
X_7 - Cohesión, kPa	0 - 70
X_8 - Ángulo de fricción interna, Grados	20 - 56
Variable dependiente	
Y – Resistencia a la compresión a pF 2.5, kPa	<30 - >150

2.2. Calibración del modelo

El modelo ***Alcor*** predice la resistencia del suelo a la compresión a pF 2.5 y para diferentes grupos de textura, mediante ecuaciones de regresión múltiple (**Tabla 2.2**). De esta forma, el valor de la resistencia a la compresión se puede predecir con una precisión altamente significativa. No todas las variables independientes reflejadas en la **Tabla 2.1** son necesarias para explicar la resistencia a la compresión para todos los grupos de textura. Así para suelos no estructurados o ligeramente estructurados (suelos arenosos) la resistencia a la compresión se puede predecir solo a partir de la densidad aparente y del contenido de agua a pF > 4.2. También, con el incremento de la formación de agregados el valor de resistencia a la compresión se pronostica básicamente a través de los parámetros de resistencia al corte: cohesión y ángulo de fricción interna. Igualmente la influencia de la capacidad de aire y la capacidad de agua disponible tienen más importancia en suelos fuertemente agregados. Por otra parte, la influencia del tipo de mineral de la arcilla, la capacidad de intercambio catiónico y el estado de humificación del suelo sobre la resistencia a la compresión no se analiza en este estudio.

Tabla 2.2. Resultados de la calibración de las ecuaciones polinomiales de regresión múltiple para los diferentes grupos texturales de suelo.

Grupo textural	Ecuación polinomial	R^2
Arena	$Y = 410.75\ X_1 - 0.0007\ (X_8)^3 - 3.41\ X_4 - 0.35\ (X_3)^2 - 384.71$	0.710
Franco arenoso	$Y = 89.50\ X_1 - 23.99(X_6)^{0.5} - 2.89\ X_5 + 125.76 \log X_7 - 1.14\ X_8 + 26.90 \sin X_4 - 51.46 \log X_3 - 77.25$	0.874
Limo	$Y = 460.71\ X_1 - 20.33\ X_6 + 9.08\ X_2 - 2.38\ (X_5)^{-0.5} + 2.86\ X_7 + 4.50\ X_4 - 20.96\ (X_8)^{0.67} + 0.304\ (X_3)^2 - 610.62$	0.847
Arcilla (<35%)	$\log Y = 0.844\ X_1 - 0.456\ (X_5)^{0.33} - 0.026\ X_4 + 12.88\ (X_7)^{-1} + 0.003\ X_8 - 0.016\ X_3 + 1.419$	0.804
Arcilla (>35%)	$Y = 70.65\ X_1 - 0.55\ X_6 - 7.01\ (X_5)^{0.33} + 1.32\ X_4 - 1.08\ X_3 + 1.72\ X_7 + 1.05\ X_8 - 100.94$	0.763

Al margen de este análisis, es evidente el efecto de la **succión de agua** sobre la resistencia a la compresión del suelo. De esta manera, el suelo seco es resistente, mientras que el suelo húmedo es más vulnerable a la compactación. Cuando el perfil del suelo tiene incluso más humedad que la retenida a capacidad de campo, la estabilidad desciende en proporción al contenido en arcilla. La estabilidad del suelo desaparece completamente a pF 0, lo que suele ocurrir en la parte superficial del suelo después de una lluvia intensa. Por el contrario, la estabilidad del suelo se incrementa con el aumento del secado del suelo. En el modelo ***Alcor*** la predición de la resistencia a la compresión, como se ha dicho anteriormente se refiere sólo a pF 2.5.

Cuando el volumen del poro aumenta debido a un alto **contenido de materia orgánica** la resistencia al corte desciende, mientras que para el mismo volumen de poro y tamaño de distribución la materia orgánica incrementará la resistencia. Por encima de un 15% de materia orgánica se espera una reducción clara de la resistencia al corte. Así las turbas bajo condiciones naturales son completamente inestables, pero estos datos no se consideran en la calibración del modelo y por lo tanto las ecuaciones no se pueden utilizar para estas condiciones.

Además, el efecto de **fragmentos gruesos** en el suelo sobre la resistencia a la compresión se debe considerar como un atributo que atenúa el posible estrés aplicado sobre el suelo. Consecuentemente, el factor de corrección que debe modificar las clases de resistencia a la compresión (o clases de vulnerabilidad) sería del orden que se indica en la **Tabla 2.3**.

Tabla 2.3. Corrección de la clase de vulnerabilidad de acuerdo con el tipo de pedregosidad.

Fragmentos gruesos, Vol-%	Corrección clase de vulnerabilidad
10 – 25	1
25 – 50	2
50 – 75	3
> 75	4

2.3. Funciones de transferencia edafológica

Para aumentar la aplicabilidad del modelo ***Alcor***, y haciendo uso de la base de datos de propiedades mecánicas de los suelos elaborada por la Universidad de Kiel, se desarrollaron métodos indirectos para estimar las variables independientes: cohesión del suelo y el ángulo de fricción interna. Estas funciones cualitativas de transferencia edafólogica se establecieron con referencia a las clases texturales (Horn and Fleige, 2001). A su vez, los contenidos de arcilla y limo de estas clases texturales se recogen en la **Tabla 2.4**. Por último, en la **Tabla 2.5** se detallan los valores medios de la cohesión del suelo (X_7) y ángulo de fricción interna (X_8) como una función de la textura y estructura del suelo.

Tabla 2.4. Contenido de arcilla y de limo correspondientes a las clases texturales consideradas.

Textura	Contenido de arcilla, Wt-%	Contenido de limo, Wt-%
Grupo arenoso		
Ss	0-5	0-10
Su2	0-5	10-25
Su3	0-8	25-40
Su4	0-8	40-50
Sl2	5-8	10-25
Sl3	8-12	10-40
Sl4	12-17	10-40
Slu	8-17	40-50
St2	5-17	0-10
Grupo franco arenoso		
St3	17-25	0-15
Ls2	17-25	40-50
Ls3	17-25	30-40
Ls4	17-25	15-40
Grupo limoso		
Uu	0-8	80-100
Us	0-8	50-80
Ut2	8-12	65-92
Ut3	12-17	65-87
Uls	8-17	50-65
Grupo arcilloso (<35 % arcilla)		
Lu	17-30	50-65
Ut4	17-25	65-78
Lt2	25-35	30-50
Ts4	25-35	0-15
Tu4	25-35	65-75
Grupo arcilloso (>35 % arcilla)		
Lt3	35-45	30-50
Lts	25-45	15-40
Tu2	45-65	30-54
Tu3	30-45	50-65
Tt	65-100	0-33
Tl	45-65	15-30
Ts2	45-65	0-15
Ts3	35-45	0-15

Tabla 2.5. Valores de cohesión y ángulo de fricción interna establecidos para las diferentes texturas y estructuras del suelo.

Textura del suelo*	Estructura del suelo**	Cohesión, kPa	Ángulo de fricción, º
X	sin	0	26
Ss, Su 2-4	sin	12	28
Sl 2-4	sin	10	32
Slu	coh/pri	14	37
	pol	18	41
St 2-3	coh/pri	15	40
	pol	23	43
Uu, Us	sin	4	30
Us	coh/pri	15	39
	cru	12	40
Ut 2-4	coh/pri	26	37
Uls	pol	20	38
	sub/cru	50/45	42/45
Lu	coh/pri	15	32/36
	pol	18	37
	sub/cru	44	40/46
Ls 2-4	coh/pri	14	31/33
Lts	pol	26	35
	sub/cru	38/33	39/42
Lt 2-3	sin	2	23
	coh/pri	26/34	36/38
	pol	41	40
	sub	66	43
Tu	coh/pri	45	30/32
	pol	70	34
	sub	40	42
Tt	sin	0	20
Tl, Tt	coh/pri	34/45	38/42
Ts 2-4	pol	60	48
	sub	70	56

(*) X = fragmentos gruesos (> 80 Wt.-%).
(**) sin = grano suelto, coh = coherente, pri = prismática, pol = en bloque, sub = subangular, cru = migajosa

2.4. Clases de vulnerabilidad

El riesgo de compactación del suelo, según los rangos de resistencia a la compresión, se agrupó en seis clases de vulnerabilidad (**Tabla 2.6**). La vulnerabilidad menor corresponde a suelos muy estables, y la vulnerabilidad más elevada a suelos inestables.

Tabla 2.6. Clasificación del riesgo de vulnerabilidad a la compactación del suelo.

Riesgo de vulnerabilidad	Resistencia a la compresión, kPa
ClaseV1. Muy baja	> 150
Clase V2. Baja	120 – 150
Clase V3. Moderada	90 – 120
Clase V4. Alta	60 – 90
Clase V5. Muy alta	30 – 60
Clase V6. Extremadamente alta	< 30

2.5. Impacto del manejo agrícola

Los aperos de manejo agrícola producen en la parte superficial del suelo presiones que se pueden definir por la carga transmitida por la rueda o carga axial y por la presión de inflado del neumático. La presión efectiva sobre el suelo se calcula considerando que los flancos del neumático soportan alrededor del 10 por ciento de la carga, y el aire atrapado esencialmente sostiene el 90 por ciento de la carga. Por lo tanto,

Área de contacto = 0.9 Carga axial/ Presión del neumático

Presión sobre el suelo = Carga axial/ Área de contacto

En términos generales, la presión sobre el suelo generada por las prácticas de manejo más frecuente se puede clasificar tal y como se indica en la **Tabla 2.7**.

Tabla 2.7. Presión sobre el suelo generada por las prácticas de manejo agrícola.

Carga axial, kPa	Presión del neumático, kN	Presión sobre el suelo
<17	<60	Baja
17 - 32	60 - 160	Media
>32	>160	Alta

Mientras que la resistencia a la compresión excede la presión ejercida sobre un suelo dado, el suelo permanece estable y las propiedades ecológicas permanecen inalterables. Sin embargo, si la relación "Resistencia a la compresión/ Presión sobre el suelo" es menor que 0.8 el suelo se puede clasificar como inestable, y esto es equivalente a un cambio en las propiedades ecológicas (**Tabla 2.8**).

Tabla 2.8. Clasificación de la estabilidad del suelo en cuanto a la relación resistencia a la compresión/presión sobre el suelo.

Estabilidad del suelo	Resistencia a la compresión/Presión sobre el suelo
Muy estable/Deformación elástica	> 1.5
Estable	1.5 – 1.2
Inestable	1.2 – 0.8
Muy inestable/Deformación plástica	< 0.8

2.6. Análisis de validación

Dentro del desarrollo del Proyecto **SIDASS** (Horn et al., 2001), las ecuaciones del modelo ***Alcor*** se han aplicado a diversos suelos y condiciones climáticas de Europa, exactamente en España, Rumanía y Hungría. Los resultados de esta validación para las condiciones Mediterráneas muestran buena concordancia entre los valores de resistencia a la compresión medidos y pronosticados por el modelo (De la Rosa et al., 2002a).

3. Aplicación del modelo: Manual de usuario

Para poder utilizar el modelo ***Alcor***, previamente desarrollado, en aplicaciones prácticas y de una forma automática, se desarrolló el software necesario. La integración de estos nuevos elementos con los desarrollos previos del Sistema **MicroLEIS** (bases de datos, SIG, otros modelos, etc.) permite el diseño e implementación de sistemas de apoyo a la decisión para el uso y manejo sostenibles de los suelos.

Para ello, el modelo de evaluación ***Alcor*** se expresó en formas de notación entendibles por el ordenador, produciendo algoritmos que son conocidos como programas informáticos. El lenguaje de ordenador que se usó básicamente para desarrollar la programación fue C++ Builder (BORLAND, Version 5, 2000) para Windows MS. Además de esta versión para plataformas PC , se desarrollaron las versiones para servidores Web y como herramienta SIG.

3.1. Versión PC y SDBm

Esta versión incluye una interfaz de fácil manejo para permitir que el modelo ***Alcor*** fuese fácilmente aplicados desde plataformas PC. Este software de interfaz de usuario consta de dos opciones principales: **i)** aplicación individual del modelo; y **ii)** aplicación en serie mediante conexión con la base de datos SDBmPlus (De la Rosa et al., 2002b). En ambos casos, la aplicación del modelo se puede referir a horizontes simples o a una sección de control definida previamente dentro del perfil vertical del suelo.

Este software de instalación previa se puede descargar desde la sección "Software" de la página Web de **MicroLEIS**.

La instalación del software junto con las diferentes opciones de ejecución, a partir de la pantalla principal, se explican a continuación sobre las correspondientes pantallas.

3.1.1. Instalación

Para instalar el modelo ***Alcor*** en un ordenador PC, se necesita WINDOWS 95 o sistemas operativos posteriores y al menos 8 Mb de memoria RAM y 5 Mb libres en el disco duro.

A partir de ahí, basta con ejecutar el programa de instalación y seguir las instrucciones de instalación.

3.1.2. Modo individual

Seleccionando esta opción aparecerá una pantalla con dos páginas (suelo y manejo) donde se introducen los datos de entrada requeridos por el modelo.

En la página "suelo" (**Figura 3.1**) se introducen los datos del perfil de suelo requeridos por el modelo. Para valores continuos simplemente se introduce un valor numérico válido (dentro del rango de calibración del modelo).

Para valores discretos (por ejemplo: estructura), se puede seleccionar un valor a partir de las posibilidades que ofrece la ventana desplegable.

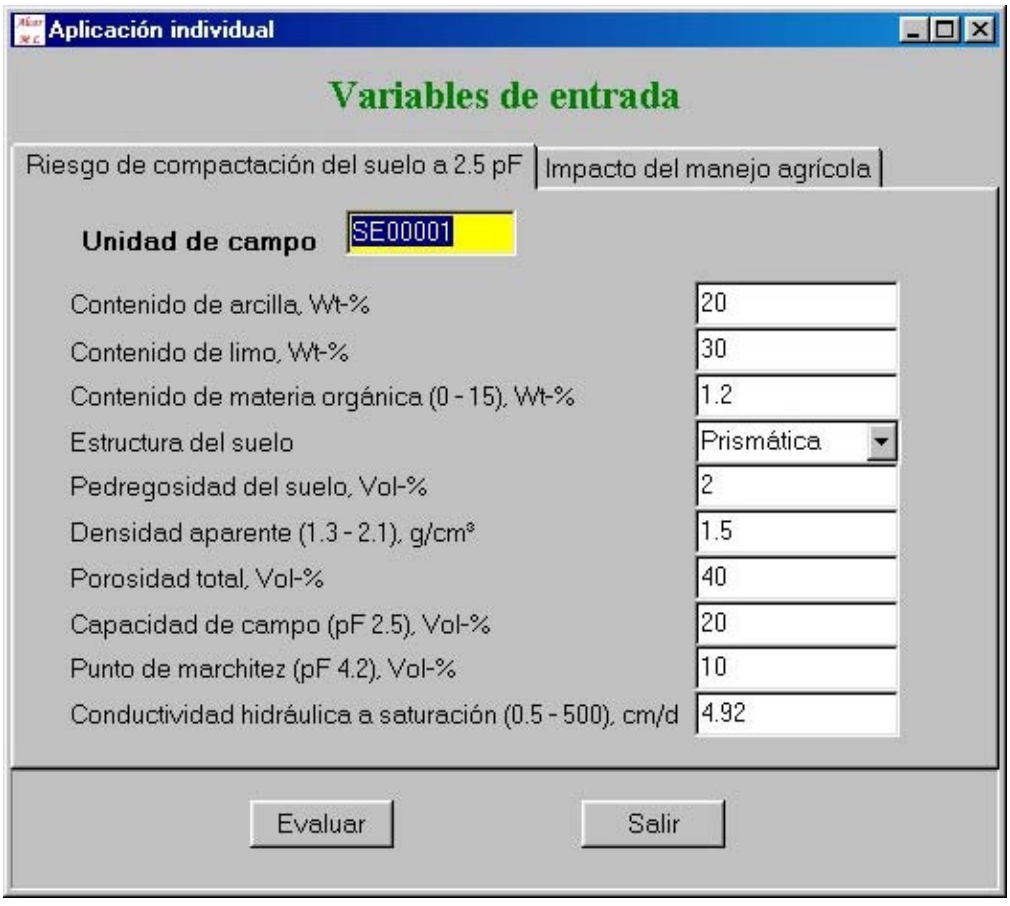

Figura 3.1. Pantalla para introducir los valores de entrada en el modelo ***Alcor*** .

En la página "manejo" (**Figura 3.2**) se introducen los datos que se requieren para evaluar el impacto del manejo agrícola.

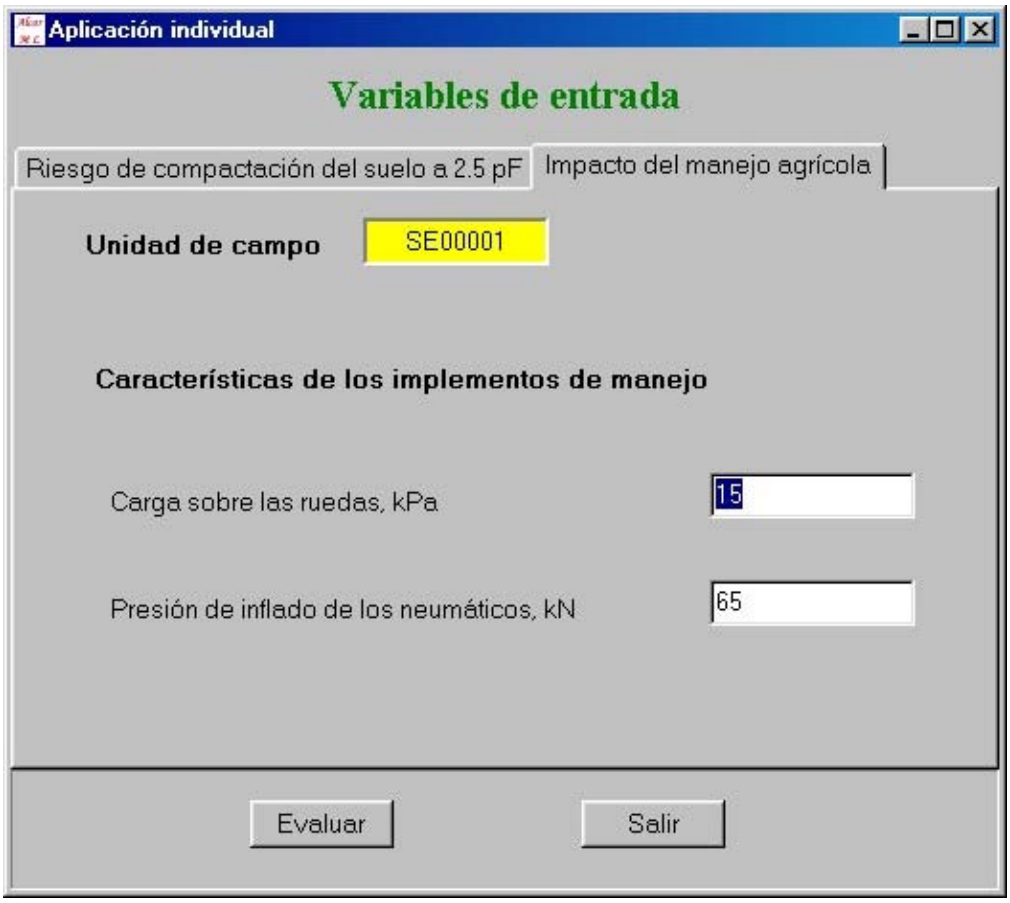

Figura 3.2. Pantalla para introducir los valores de entrada de manejo en el modelo Alcor.

Los datos de manejo tienen una relación uno a uno con los datos de suelo a través de la "unidad-campo".

El código o nombre de identificación de la unidad-campo a evaluar se introduce previamente a la evaluación .

Presionando el botón < ejecución> se aplicará el modelo y se desplegará una ventana con los resultados de la evaluación. Esta ventana incluye también dos páginas diferentes, una referida al riesgo intrínseco de compactación del suelo evaluado y la siguiente con la estimación del impacto de las prácticas de manejo (**Figuras 3.3** y **3.4**).

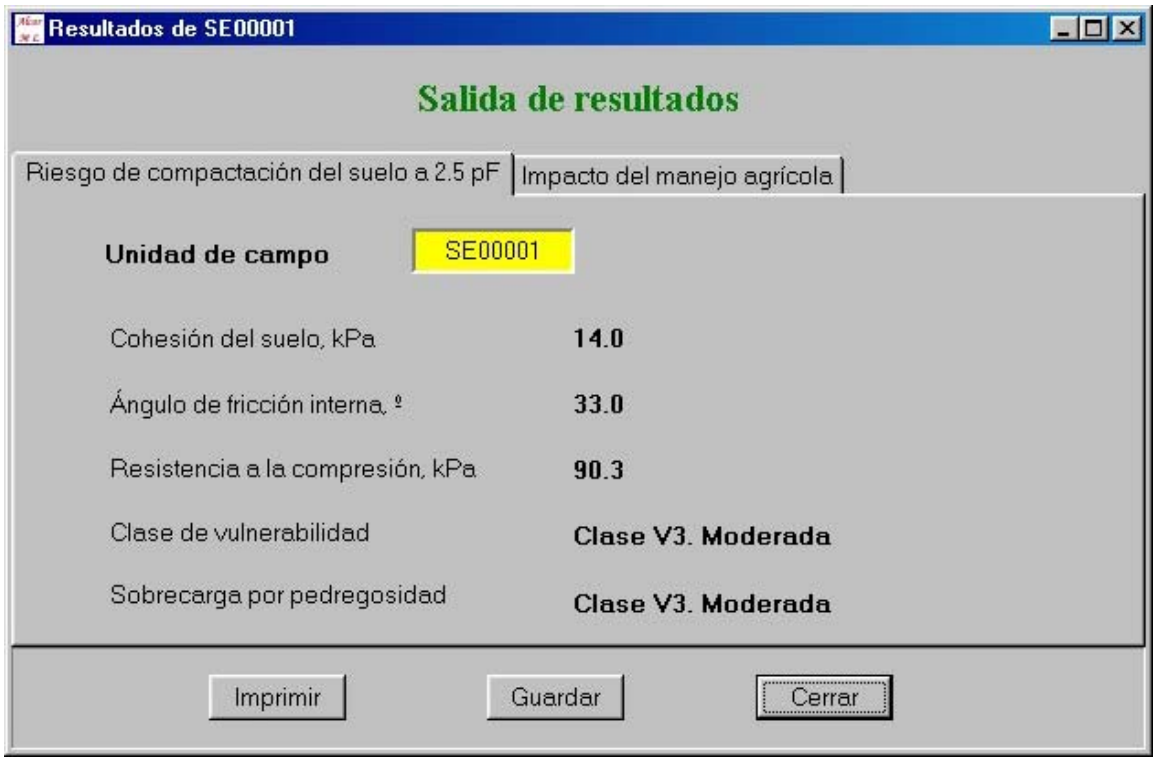

Figura 3.3. Pantalla mostrando los resultados de evaluación del modelo ***Alcor***, correspondiente al riesgo de compactación del suelo.

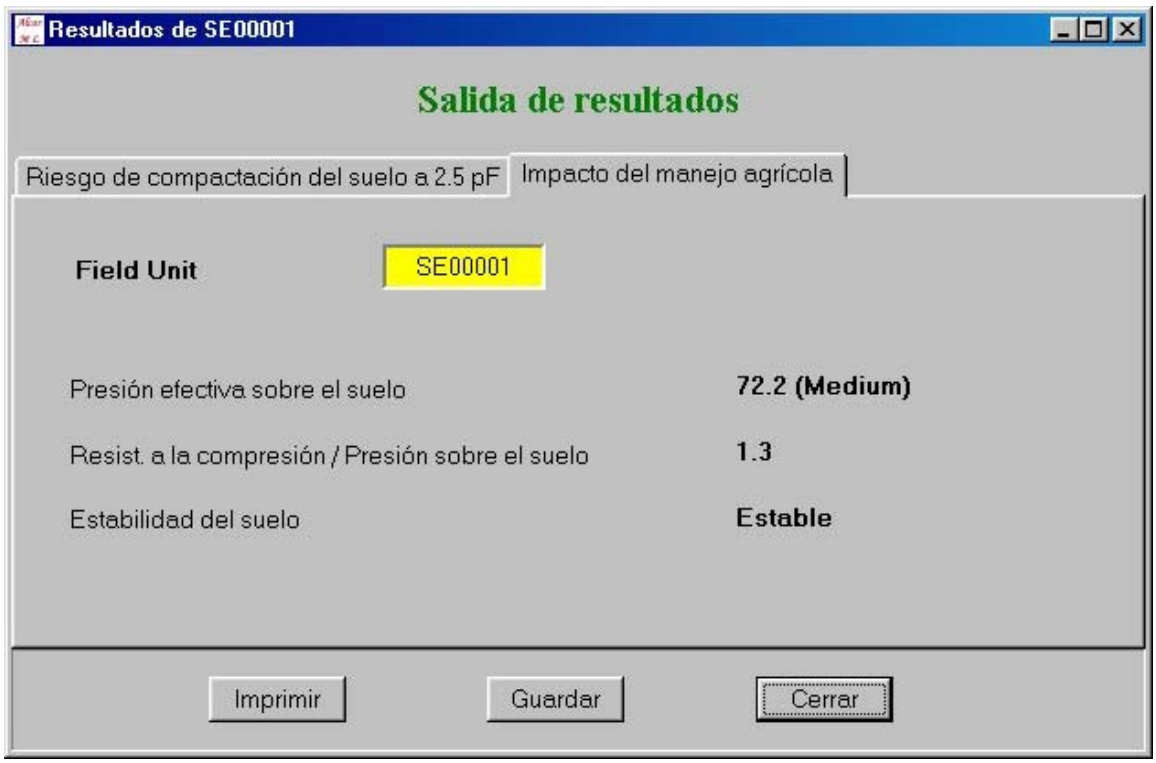

Figura 3.4. Pantalla mostrando los resultados del modelo ***Alcor***, correspondiente al impacto de manejo agrícola.

3.1.3. Conexión a SDBmPlus

Si la base de datos de suelos SDBm Plus se encuentra instalada en el ordenador, esta opción permite al usuario aplicar el modelo sobre un conjunto de registros o perfiles de suelos exportados desde esta base de datos.

A partir de la ventana de diálogo correspondiente (**Figura 3.5**), el usuario puede seleccionar una serie de registros, el tipo de archivo de salida (ASCII o dBase) y la sección de control donde el modelo será aplicado. Después de pulsar el botón 'Ejecución', una nueva ventana aparecerá indicando al usuario que asigne un nombre de archivo en donde se guardarán los resultados de la evaluación.

Con esta opción el usuario sólo estimará el riesgo de compactación del suelo, ya que SDBm Plus no contiene la información de manejo necesaria para calcular el impacto de manejo agrícola.

Conexión con SDBm Plus
Conexión con SDBm Plus
Lista de perfiles
Salir
Latitud
Longitud
Localización
CA0918 N360155 W 53450 Tarifa (Km. 86.3 ctra. a Algeciras)
SE0306 N365600 W 060700 Las Marismas de Lebrija
SE0504 N373720 W 054320 T.M. de Tocina. Finca La Suerte
SIDAS1 N371659 W0060403 T.M. de Coria del Río. Finca "La Hampa". Km 13...
SIDAS2 N371658 W0060403 T.M. de Coria del Río. Finca "La Hampa". Km 13...
SIDAS3 N371658 W0060406 T.M. de Coria del Río. Finca "La Hampa". Km 13...
SIDAS4 N371652 W0060357 T.M. de Coria del Río. Finca "La Hampa". Km 13...
Tipo de archivo
ASCII
dBase
Sección de control
Superior 0
Inferior 25
Estimar
Salir

Figura 3.5. Pantalla de selección de perfiles de suelo en SDBm Plus para la aplicación del modelo ***Alcor***.

3.1.4. Cambio de idioma

Como en todos los módulos de **MicroLEIS**, el modelo ***Alcor*** permite al usuario trabajar en diferentes idiomas. Las versiones en Inglés, Español y Alemán se definieron por defecto, aunque el software se puede traducir a otras lenguas.

El idioma de inicio es Inglés, y se selecciona un idioma diferente a partir de la pantalla principal del programa.

3.1.5. Ayuda

Esta opción incluye el presente documento sobre el modelo ***Alcor*** en formato HTML.

3.2. Aplicación basada en la Web

El programa de ordenador ***Alcor*** se puso en aplicación práctica en Internet a través del servidor WWW MicroLEIS, con lo que el usuario puede aplicar este modelo, vía navegador Web. Esta aplicación WWW ofrece al usuario varias ventajas, tales como su mayor difusión o la revisión única del software instalado en el servidor. Esta aplicación, aunque sólo para suelos individuales, se puede utilizar directamente a partir de la sección "Aplicación" de la Web de **MicroLEIS**.

3.3. Espacialización basada en SIG

Las herramientas SIG, disponibles comercialmente, se pueden usar para visualizar los resultados del modelo ***Alcor*** , así como los datos de entrada en mapas, o para extraer información básica a partir de mapas originales y de la base de datos SDBm Plus. En el caso de la aplicación del SIG ArcView, a escala regional, este enlace interactivo entre bases de datos de atributos y bases geográficas y modelos de evaluación en **MicroLEIS** se ha desarrollado en lenguaje Avenue. Esta versión se puede descargar desde la sección "Espacialización" y "Documentación" de la Web de **MicroLEIS.**

Bibliografía

Canillas E.C. y V.M. Salokhe, 2002. A decision support system for compaction assessment in agricultural soils. Soil & Tillage Research 65, 221-230.

De la Rosa D. (Coord.), 2002. MicroLEIS.com. Http://www.microleis.com

De la Rosa D., C. Simota, R. Horn, K. Rajkay, A. Dexter, E. Czyz, H. Fleige, E. Dimitru, R. Enache y F. Mayol, 2002a. SIDASS – Soil erosion as a function of tillage practices and hydraulic properties. A database for European soils. 17th World Congress of Soil Science, Thailand.

De la Rosa D., F. Mayol, F. Moreno, F. Cabrera, E. Diaz-Pereira y J. Antoine, 2002b. A multilingual soil profile database (SDBm Plus) as an essential part of land resources information systems. Environmental Modelling & Software 17, 721-730.

Felt E.J., 1950. Soil series name as a basis for interpretative soil Claseification for engineering purposes. Am. Soc. Test. Mat. Spec. Pub. No. 113, 62-79.

Horn R. y H. Fleige, 2000. Prediction of mechanical strength and ecological properties of subsoils for a sustainable landuse.

Horn R., E. Czyz, D. de la Rosa, A. Dexter, E. Dumitru, H. Fleige, F. Mayol, K. Rajkay y C. Simota. 2001. SIDASS EU Project: A spatial distributed simulation model predicting the dynamics of agrophysical state within Western and Eastern European countries for the selection of management practices preventing soil erosion. IC15-CT98-0106.

Horn R., C. Simota, H. Fleige, A. Dexter, K. Rajkay y D. de la Rosa. 2002. Prediction of soil strength of arable soils and stress dependent changes in ecological properties based on soil maps. J. Plant Nutr. Soil Sci. 165, 235-239.

Lebert M. y R. Horn. 1991. A method to predict the mechanical strength of agricultural soils. Soil & Tillage Research 19, 275-286.